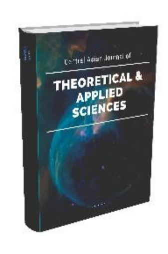


CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED SCIENCES

Volume: 03 Issue: 05 | May 2022 ISSN: 2660-5317

Кучное Выщелачивание Забалансовых Медных Руд

Умарова Иноят Каримовна
Доцент кафедры «Горное дело», к.х.н., доцент, Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Мамиров Бехзод Исокжон угли
Магистрант кафедры «Горное дело», Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Махмарежабов Дилмурод Бахтиярович
Старший преподаватель кафедры «Горное дело», д.ф.т.н, Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Received 26th Mar 2022, Accepted 15th Apr 2022, Online 27th May 2022

Аннотация: *Руды Кальмакыра подразделяются на три технологических типа: окисленные, смешанные (включающие также вторичные сульфидные) и первичные сульфидные. Установлено, что забалансовые окисленные руды отличаются сложным строением. Содержание меди в окисленных рудах от 0,1-0,33 %, в зоне вторичного сульфидного обогащения – от 0,3 до 4 %. Доля вторичных балансовых руд по отношению ко всем запасам составляет 2,2 %, смешанных – 4,4 % и вторичных сульфидных – 1,9 %. Забалансовые окисленные руды накапливаются в отвалах. Отвалы вскрышных пород и забалансовых руд на АГМК, исключая отвалы в выработанном пространстве карьера, содержат около 494 млн.т. горной массы.*

Ключевые слова: *Ксантогенат, извлечения, содержание, распределение, форма нахождения, концентрат, руда, месторождение, медных руд.*

Введение. Важнейшие месторождение меди Узбекистана карьер Кальмакыр относится к геолого-промышленному типу – медно-порфировому. Карьер Калмакыр крупнейший в Центральной Азии расположен в 2-х км к юго-востоку от г. Алмалыка, на территории Пискентского района Ташкентской области.

К медьсодержащим ресурсам можно отнести и высокоминерализованные медьсодержащие стоки. Воды естественного выщелачивание содержат до 0,5 г/дм^3 меди. Стоки представляют собой среду от нейтральной до очень кислой. Перед сбросом они очищаются, обычно гидролитически, и металлы теряются в шламах. Для извлечения меди из всех названных техногенных объектов может быть применена альтернативная физико-химическая технология.

Материалы И Основные Методы. Изучение химического и минерального состава руды показало, что медь в окисленных рудах присутствует – в виде малахита, куприта, тенорита. Медьсодержащих минералов находится в тонком прорастании с силикатами вмещающих пород и

другими минералами цветных металлов и железа. Содержание меди обычно не превышает 0,5 %, а в основном составляют десятые доли процента.

Для установления закономерностей физико-химических процессов анализировалось влияние на результаты выщелачивание минералов и руд следующих основных факторов: крупности рудной массы, структурных особенностей рудного массива, концентрации растворителя, концентрации интенсификаторов.

Выщелачивание малахита и окисленной медной руды происходит в широком диапазоне температур, даже при их отрицательных значениях, что определяет возможность применения кучного выщелачивания. Выщелачивание сульфидных руд эффективно протекает только при высоких положительных температурах. Установленная ранее экспериментально хорошая растворимость оксидов меди в сернокислотных растворах послужила основой для изучения процесса выщелачивания руды в зависимости от продолжительности, температуры, плотности пульпы и концентрации растворителя. Кроме того, с учетом комплексного характера исходного сырья важно было исследовать особенности поведения сопутствующих меди ценных компонентов в сернокислотных растворах, с целью обеспечения полного разделения меди в отдельный продукт и, селективности извлечения меди.

Раствор сульфата железа (III) является хорошим растворителем для многих природных сульфидов меди. Однако, этот растворитель самостоятельного значения в гидрометаллургии меди не имеет. Причиной этого является гидролиз $Fe_2(SO_4)_3$ в водных растворах. Для придания устойчивости сульфату растворы нужно подкислять серной кислотой.

При совместном воздействии указанных реагентов на сульфидные минералы $Fe_2(SO_4)_3$ работает как окислитель сульфидов, а серная кислота является их фактическим растворителем.

Таким образом, в пульпе всегда имеется некоторое количество сернокислого трехвалентного железа – окислителя сульфидов, но растворение сульфидов протекает медленнее, чем реакция растворения оксидов. Это дает возможность дополнительного окисления минералов меди.

Установлено, что изменение концентрации трехвалентного железа в растворе и изменение крупности минерала практически не оказывают влияния на извлечение меди в раствор. Значительное увеличение извлечения меди в раствор наблюдается при повышении температуры. Так за одни сутки выщелачивания при 35^0С извлекается 22 %, а при 50^0С извлекается уже 32 % меди.

Результаты экспериментов, приведенные на рис.1, 2 и в табл. 1 показывают, что при выщелачивании продукта раствором серной кислоты, извлечение меди в раствор достигает ≈58,8 %.

Степень извлечения меди при выщелачивании естественных условиях находится в определенной зависимости от концентрации серной кислоты и продолжительности опытов (табл. 1). Как видно из результатов опытов, оптимальной является концентрация серной кислоты 50 - 75 г/л.

Результаты. Изучение влияния продолжительности процесса на выщелачивание меди из продукта сернокислым раствором концентратцией 100 г/л при различных температурах показывает, что в начальный период (до 5 дней) переход меди в раствор протекает очень интенсивно, а через 10-15 мин устанавливается динамическое равновесие процесса выщелачивания (табл.1, рис.1). Увеличение продолжительности контакта сернокислотного раствора и руды может привести к повышению содержания примесей в растворе. При выщелачивании руды с серной кислотой в первую очередь реагируют окисленные минералы меди.

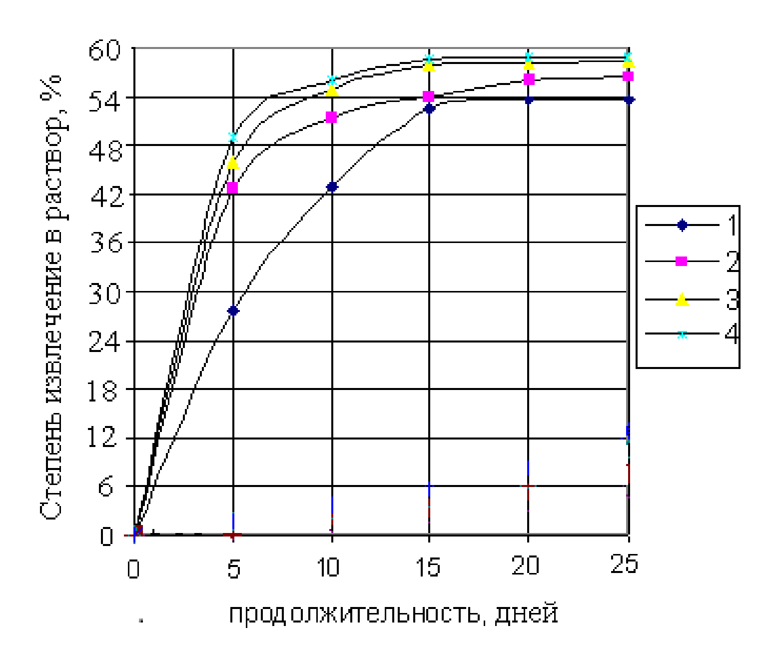


Рис.1. Кинетика выщелачивания меди из руды раствором H_2SO_4, г/л: 1-25, 2-50, 3-75, 4-100.

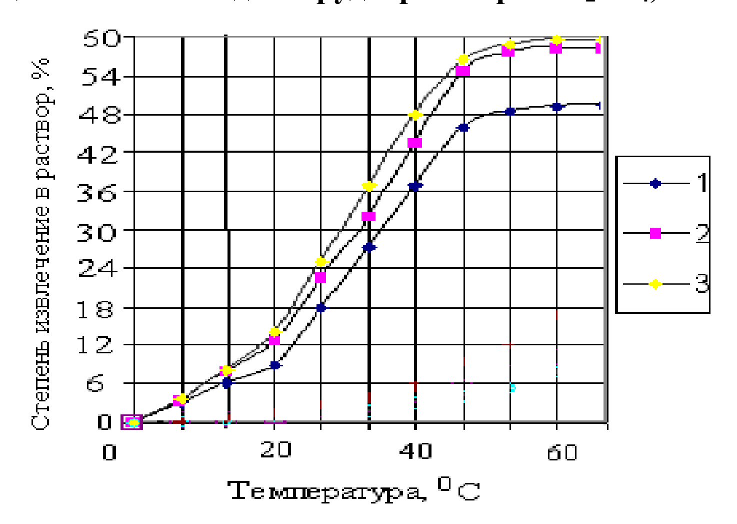


Рис.2. Зависимость степени извлечения меди в раствор от температуры при различной продолжительности опыта, дней: 1-5; 2-10; 3-15. C_{H2SO4} $C_{H_2SO_4}$ – 75 г/л.

Минералы железа и сульфиды меди взаимодействуют с серной кислотой медленно. Поэтому для того, чтобы достичь максимального извлечения меди при минимальном переходе в раствор примесей, продолжительность выщелачивания выбираем 15 дней (табл.1, рис.3).

Чем выше концентрация серной кислоты, тем быстрее она расходуется на реакции растворения, т.к. полно растворяются не только соединения меди, но и другие минералы, что увеличивает бесполезный расход кислоты.

Обсуждение. С повышением концентрации серной кислоты в растворе (до 75 г/л) растворимость составляющих руды линейно возрастают и достигают максимума. Дальнейшее повышение концентрации (от 75 г/л) не увеличивает скорости растворения меди и даже, наоборот, спустя некоторое время вызывает некоторое замедление процесса (рис. 3). Повышение концентрации серной кислоты от 75 г/л лишь незначительно влияет на растворение меди. Для выщелачивания

руды серной кислотой, мы рекомендуем концентрацию серной кислоты не превышать 75 г/л, этим можно регулировать степень растворения сопутствующих минералов.

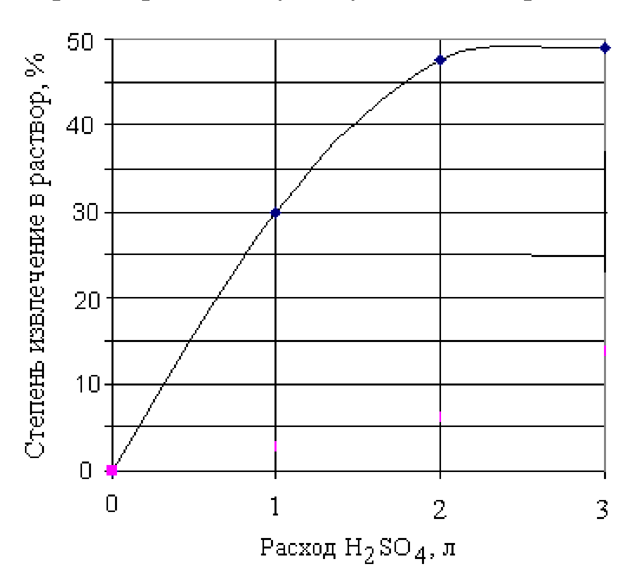


Рис.3. Зависимость извлечения меди от расхода H_2SO_4 на 0,05 $м^3$ руды

Существенное влияние на процесс выщелачивание оказывает плотность орошения. При её увеличении концентрация меди в продуктивном растворе снижается. На основе испытании установлено, что для достижения оптимального соотношения между содержанием меди в продуктивном растворе и существующими мощностями по его переработке необходимо дифференцировать плотность орошение во времени (рис.4).



Рис.4. Изменение концентрации меди в растворе во времени.

Таблица 1. Результаты исследований по кучному выщелачиванию забалансовых руд.

Время, дни	Объем заливаемого раствора, л	Концентрация заливаемого раствора, г/л	Объем сливаемого раствора, л	Концентрация сливаемого раствора, г/л	Концентрация меди в сливном растворе, г/л	Извлечение, %
1	3,20	50	2,20	2,55	1,65	12,70
3	0,50	50	0,35	2,44	2,14	18,40
5	0,50	50	0,30	1,90	2,00	23,70
8	0,50	50	0,25	2,03	1,25	28,50
10	0,60	50	0,45	2,90	0,58	31,80
15	1,00	50	0,85	3,15	1,65	33,70
1	3,20	75	2,10	5,75	1,75	15,50
3	0,50	75	0,40	7,50	2,10	25,10
5	0,50	75	0,35	5,90	2,50	36,50
8	0,50	75	0,35	8,25	2,05	43,40
10	0,60	75	0,55	10,10	1,50	51,50
15	1,00	75	0,80	9,55	2,25	58,80
1	3,20	100	2,30	15,50	1,85	16,50
3	0,50	100	0,40	12,70	2,10	25,10
5	0,50	100	0,40	18,25	2,60	38,50
8	0,50	100	0,45	20,25	2,15	43,50

Заключение. Таким образом, были установлены следующие оптимальные условия выщелачивания руды: концентрация серной кислоты 50 - 75 г/л, продолжительность 15 дней.

В этих условиях степень извлечения оксидов меди в раствор составляет 98,5-99 %, сульфидов меди 5,6 %.

Кек сернокислотного выщелачивания содержит 0,14 % меди в форме сульфида; т.е. очевидно, что оксиды меди полностью перешли в сернокислый раствор, а сульфиды в незначительном количестве остались в твердой фазе.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Кучное выщелачивание, хорошо зарекомендовало себя при переработке забалансовых медных руд, обеспечивает селективность и комплексность переработки. Наряду с медью, в раствор переходят цинк и свинец.
2. Оптимальной является продолжительность выщелачивания 15 дней с концентраций серной кислоты 50-75 г/л. Степень извлечения меди в раствор при этом составляет 58,8 %, кек содержащий 0,14 % меди. Полученный сернокислый раствор содержит (г/л): медь - 10÷10,5; железа – 5÷5,5; цинк – 0,5-1,5. Медь и железо находятся в растворе в сернокислой форме.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Халезов, Б. Д., Ватолин, Н. А., & Тверяков, А. Ю. (2002). Кучное выщелачивание на Николаевском руднике восточно-казахтанского медно-химического комбината (вкмхк). *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (6), 199-208.

2. Секисов, А. Г., Рассказова, А. В., Чебан, А. Ю., Кирильчук, М. С., & Васянович, Ю. А. (2019). СТАДИЙНОЕ КУЧНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА И МЕДИ ИЗ ЗАБАЛАНСОВЫХ РУД ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ МАЛМЫЖСКОГО МЕДНОПОРФИРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (S30), 106-114.
3. Рассказов, И. Ю., Рассказова, А. В., Конарева, Т. Г., Лаврик, А. В., & Сорокин, А. А. (2020). Исследования процессов стадийного кучного выщелачивания ценных компонентов из забалансовых и бедных руд Малмыжского медно-порфирового месторождения. In *INNOVATIVE PROCESSES OF COMPLEX TREATMENT OF NATURAL AND MAN-MADE MINERAL RAW MATERIALS (Plaksinsky Readings–2020)* (pp. 47-49).
4. Рыбаков, Ю. С., Блинков, О. Г., & Рыбаков, А. Ю. (2013). КУЧНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ОТВАЛОВ МОЛИБДЕНОВЫХ ЗАБАЛАНСОВЫХ РУД. *Вестник РАЕН*, *13*(6), 123-126.
5. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., & Маматкулов, Х. Ф. (2021). ИССЛЕДОВАНИЯ НА ОБОГАТИМОСТЬ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ “ЁШЛИК-1”. Scientific progress, 2(2), 641-646.
6. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., & Ахмадалиев, А. М. (2022). Исследование Формы Нахождения Минералов Золота Вмедно-Порфировой Руде Месторождения Ёшлик-1. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES, 3(3), 47-52.
7. Салижанова, Г. К., & Махмарежабов, Д. Б. (2021). ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА МЕДНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЁШЛИК. АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сборник статей Международной, 47.
8. Umarova, I. K., Matkarimov, S. T., & Makhmarezhabov, D. B. (2020). Development of a flotation technology for gold-bearing ores of the amantaytau deposit. *Obogashchenie Rud*, (2), 29-33.
9. Умарова, И. К., & Махмарежабов, Д. Б. (2020). РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ РЕАГЕНТОВ-СОБИРАТЕЛЕЙ. *Инженерные решения*, (10), 4-9.
10. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., & Муталова, М. А. (2021). ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДАЛЬНИЙ. *Ответственный редактор*, *1*(1), 30.
11. Umarova, I., Matkarimov, S., Bekpulatov, J., Makhmaredjabov, D., & Yuldashev, S. (2021). Study of the Form of Minerals in Copper Porphyry Ores of “Yoshlik-I” Deposit. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 304, p. 02003). EDP Sciences.
12. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., & Мирзаев, Ф. М. (2022). ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГУЗАКСАЙ. Ответственный редактор, 33.
13. Bekpolatov, J. M., Maxmarejabov, D. B., Pardayev, S. S. O., & Abduraimov, A. X. O. G. L. (2021). CHINORSOY KONI POLIMETAL RUDASINI BOYITISHNING TEXNOLOGIK SXEMASINI ISHLAB CHIQISH. Scientific progress, 2(1), 705-713.
14. Бекпулатов, Ж. М., Махмарежабов, Д. Б., Умирзоқов, А. А., & Кушназоров, И. С. Ў. (2021). БОЙИТИЛИШИ ҚИЙИН БЎЛГАН ОЛТИН ТАРКИБЛИ РУДАЛАРНИ УЗЛУКСИЗ ЖАРАЁН ПРИНЦИПИ БЎЙИЧА ФЛОТАЦИЯЛАШНИНГ АМАЛИЙ АҲАМИЯТИ. Scientific progress, 2(1), 1266-1275.

15. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., & Сайдирахимова, М. И. (2021). ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОЙТАШ. In НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ИННОВАЦИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ (pp 70-73)
16. Умарова, И. К., Маткаримов, С. Т., & Махмарежабов, Д. Б. (2019). ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ГРАВИТАЦИОННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АМАНТАЙТАУ. In СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ (pp. 65-69).
17. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., & Солединова, Е. Е. (2021). ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕТОРОЖДЕНИЯ ТЕБИНБУЛАК. Scientific progress, 2(1), 317-322.
18. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., & Ахмедов, Б. М. (2021). ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОЧБУЛАК И КЫЗИЛАЛМА. Scientific progress, 2(1), 749-755.
19. Худояров, С. Р., & Махмарежабов, Д. Б. (2020). ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ОБОГАТИМОСТИ ПРОБ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АМАНТАЙТАУ. In WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS (pp. 18-21).
20. Умарова, И. К., Маткаримов, С. Т., & Махмарежабов, Д. Б. (2020). Разработка технологии флотационного обогащения золотосодержащих руд месторождения Амантайтау.«. Обогащение руд»–Санкт-Петербург, Издательский дом «Руда и Металлы, (2), 29-33.
21. Умарова, И. К., Мирзаев, Ф. М., & Махмарежабов, Д. Б. (2021). ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГУЗАКСАЙ. Scientific progress, 2(2), 821-826.
22. Махмарежабов, Д. Б., & Умирзоқов, А. А. (2022). АМАНТАЙТАУ КОНИ ОЛТИН ТАРКИБЛИ РУДАЛАРИНИ ТУРЛИ МУҲИТЛАРДА БОЙИТИШНИНГ ФЛОТАЦИЯ УСУЛИНИ ҚЎЛЛАШ. *БАРҚАРОРЛИК ВА ЕТАКЧИ ТАДҚИҚОТЛАР ОНЛАЙН ИЛМИЙ ЖУРНАЛИ*, 254-258.
23. Умарова, И. К., Махмарежабов, Д. Б., Ахмедов, Б. М., & Муталова, М. А. (2022). ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫЗЫЛАЛМА И КОЧБУЛАК. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, *2*(3), 1114-1120.
24. Умарова, И. К., Менгильбаев, Д. А. У., & Махмарежабов, Д. Б. (2021). ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА УПОРНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ АУМИНЗОВ. *Scientific progress*, *2*(5), 199-205.

